

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月27日
Date of Application:

出願番号 特願2003-087659
Application Number:

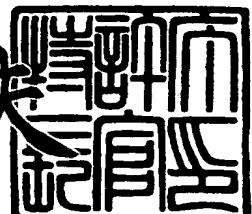
[ST. 10/C] : [JP2003-087659]

出願人 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
Applicant(s):

2004年 3月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 14-0814

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/41

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ
・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 杉本 和夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ
・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 フルビオ モスケッティ

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ
・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 小林 充

【特許出願人】

【識別番号】 392026693

【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100114270

【弁理士】

【氏名又は名称】 黒川 朋也

【選任した代理人】

【識別番号】 100108213

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 豊隆

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像符号化装置、画像符号化方法、画像符号化プログラム、画像復号装置、画像復号方法、及び画像復号プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の二次元パターンを生成する所定の二次元関数であって、該所定の二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づく複数の基底が格納された辞書記憶手段と、

符号化対象画像を所定の変換規則に基づき前記複数の基底を用いて分解し、該符号化対象画像をその分解に用いられた前記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報に変換する変換手段と、

前記基底情報を圧縮符号化してなる圧縮符号を含む圧縮データを生成する符号化手段と

を備える画像符号化装置。

【請求項 2】 変換手段が、所定の二次元パターンを生成する所定の二次元関数であって、該所定の二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づき辞書記憶手段に格納された複数の基底を用い所定の変換規則に基づいて符号化対象画像を分解し、該符号化対象画像をその分解に用いられた前記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報に変換する変換ステップと、

符号化手段が、前記基底情報を所定の圧縮符号化規則に基づいて圧縮符号化してなる圧縮符号を含む圧縮データを生成する符号化ステップと
を備える画像符号化方法

【請求項 3】 コンピュータを、

所定の二次元パターンを生成する所定の二次元関数であって、該所定の二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づき辞書記憶手段

に格納された複数の基底を用い所定の変換規則に基づいて符号化対象画像を前記複数の基底を用いて分解し、符号化対象画像をその分解に用いられた前記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報に変換する変換手段と、

前記基底情報を所定の圧縮符号化規則に基づいて圧縮符号化してなる圧縮符号を含む圧縮データを生成する符号化手段と、
として機能させる画像符号化プログラム。

【請求項 4】 前記所定の二次元関数は、更に前記所定の二次元パターンを移動、回転、及び二方向へ拡大縮小させるパラメータを更に含むことを特徴とする請求項3に記載の画像符号化プログラム。

【請求項 5】 前記符号化手段は、前記辞書記憶手段に記憶された前記複数の基底各々の前記パラメータを前記圧縮データに含めることを特徴とする請求項3または4に記載の画像符号化プログラム。

【請求項 6】 所定の二次元パターンを生成する所定の二次元関数であって、該所定の二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づく複数の基底が格納される辞書記憶手段と、

復号対象画像を復元するために用いられる前記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報が圧縮符号化されてなる圧縮符号とが含まれる圧縮データを復号する復号手段と、

前記復号手段によって復号される前記基底情報に所定の逆変換規則を適用して前記復号対象画像を生成する逆変換手段と
を備える画像復号装置。

【請求項 7】 復号手段が、所定の二次元パターンを生成すると共に該二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づき辞書記憶手段に格納される複数の基底へのインデックス情報のうち復号対象画像を所定の逆変

換規則に基づいて復元するために用いられる前記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報が圧縮符号化されてなる圧縮符号とが含まれる圧縮データを復号する復号ステップと、

逆変換手段が、前記復号手段によって復号される前記基底情報に所定の逆変換規則を適用して前記復号対象画像を生成する逆変換ステップとを備える画像復号方法。

【請求項 8】 コンピュータを、

所定の二次元パターンを生成すると共に該二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づき辞書記憶手段に格納される複数の基底へのインデックス情報のうち復号対象画像を所定の逆変換規則に基づいて復元するために用いられる前記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される前記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報が圧縮符号化されてなる圧縮符号とが含まれる圧縮データを復号する復号手段と、

前記復号手段によって復号される前記基底情報に所定の逆変換規則を適用して前記復号対象画像を生成する逆変換手段と、
として機能させる画像復号プログラム。

【請求項 9】 前記所定の二次元関数は、更に前記所定の二次元パターンを移動、回転、及び二方向へ拡大縮小させるパラメータを含むことを特徴とする請求項 8 に記載の画像復号プログラム。

【請求項 10】 前記復号手段は、前記圧縮データに含められる前記複数の基底各々を生成するためのパラメータに基づいて、前記辞書記憶手段に前記複数の基底を記憶させることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の画像復号プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像符号化装置、画像符号化方法、画像符号化プログラム、画像復号装置、画像復号方法、及び画像復号プログラムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

画像を圧縮符号化してなる圧縮データを生成する画像符号化装置では、符号化対象画像を複数の基底を用いて分解する処理が実行される。このような画像符号化装置の一種として、Matching Pursuits法（以下、本明細書においては「MP法」という。）を用いて復号対象フレームの予測残差画像を符号化対象画像として分解する処理を実行する動画像符号化装置が知られている（例えば、非特許文献1）。MP法は、符号化対象画像を初期の残差成分とし下式（1）を用いて残差成分を基底セットを用いて分解する処理を反復するものである。ここで、式（1）において、 f は符号化対象画像、 $R_n f$ は第 n 反復処理後の残差成分であり、 G_{kn} は $R_n f$ との内積値を最大とする基底であり、 $R_m f$ は第 m 反復処理後の残差成分である。すなわち、MP法によれば、基底セットのうちから残差成分との内積値を最大とする基底が選択され、選択された基底とこの基底に乘じる為の係数である最大の内積値とに残差成分が分解される。

【数1】

$$f = \sum_{n=0}^{m-1} \langle R_n f, g_{kn} \rangle g_{kn} + R_m f \quad \dots (1)$$

【0003】

上記の動画像符号化装置は、二次元Gabor関数に基づいて予め用意された過完備（Over-Complete）な基底セットを用いてMP法により予測残差画像を分解している。

【0004】

【非特許文献1】

Neff R. and Zakhor A., "Very Low Bit-Rate Coding Based on Matching Pursuit," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol.7, no.1, p

p. 158-171, February

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、二次元Gabor関数に基づいて生成される基底セットには、原点対称の二次元パターンを生成する基底しか含まれないため、一般に湾曲したパターン等の非対称性のパターンが含まれる予測残差画像をこの基底セットを用いて分解するためには、多くの反復処理を実行する必要がある。その結果、上述の動画像符号化装置では、符号化対象フレームを分解してなる符号を用いて生成される圧縮データのビットレートが大きくなる。

【0006】

本発明は上記問題点を解決するためになされたもので、符号化対象画像を低いビットレートの圧縮データに圧縮符号化する画像符号化装置、画像符号化方法、及び画像符号化プログラムを提供し、また、かかる圧縮データを復号する画像復号装置、画像符号化方法、及び画像復号プログラムを提供することを課題としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の画像符号化装置は、所定の二次元パターンを生成する所定の二次元関数であって、該所定の二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づく複数の基底が格納された辞書記憶手段と、符号化対象画像を所定の変換規則に基づき上記複数の基底を用いて分解し、該符号化対象画像をその分解に用いられた上記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報に変換する変換手段と、上記基底情報を圧縮符号化してなる圧縮符号を含む圧縮データを生成する符号化手段とを備えることを特徴としている。

【0008】

また、上記課題を解決するため、本発明の画像符号化方法は、変換手段が、所

定の二次元パターンを生成する所定の二次元関数であって、該所定の二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づき辞書記憶手段に格納された複数の基底を用い所定の変換規則に基づいて符号化対象画像を分解し、該符号化対象画像をその分解に用いられた上記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報に変換する変換ステップと、符号化手段が、上記基底情報を所定の圧縮符号化規則に基づいて圧縮符号化してなる圧縮符号を含む圧縮データを生成する符号化ステップとを備えることを特徴としている。

【0009】

これらの発明によれば、辞書記憶手段に記憶された複数の基底には、所定の二次元パターンを湾曲させたパターンを生成する基底が含まれるので、かかる複数の基底を用いた所定の変換規則、すなわちMP法に基づいて符号化対象画像を少ない反復処理回数で分解することが可能となる。その結果、符号化対象画像を少ない数の基底情報に分解することができるので、低いビットレートの圧縮データを生成することが可能となる。

【0010】

また、上記課題を解決するため、本発明の画像符号化プログラムは、所定の二次元パターンを生成する所定の二次元関数であって、該所定の二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づき辞書記憶手段に格納された複数の基底を用い所定の変換規則に基づいて符号化対象画像を上記複数の基底を用いて分解し、符号化対象画像をその分解に用いられた上記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報に変換する変換手段と、上記基底情報を所定の圧縮符号化規則に基づいて圧縮符号化してなる圧縮符号を含む圧縮データを生成する符号化手段と、として機能させることを特徴としている。

【0011】

かかる画像符号化プログラムをコンピュータに実行させることによって、コンピュータは、上述した変換手段と符号化手段として機能するので、所定の二次元パターンを湾曲させたパターンを生成する基底を含む複数の規定を用いた所定の変換規則、すなわちMP法に基づいて符号化対象画像を少ない反復処理回数で分解することが可能となる。その結果、符号化対象画像を少ない数の基底情報に分解することができるので、低いビットレートの圧縮データを生成することが可能となる。

【0012】

また、本発明の画像符号化プログラムにおいては、上記所定の二次元関数は、更に上記所定の二次元パターンを移動、回転、及び二方向へ拡大縮小させるパラメータを更に含むことが好ましい。

【0013】

かかる発明によれば、上記の所定の二次元関数には所定の二次元パターンを移動、回転、二方向へ拡大縮小するためのパラメータが含まれているので、かかる所定の二次元関数に基づく複数の基底を用いることによって、符号化対象画像をMP法によって分解するための反復処理回数を更に少なくすることができる。その結果、圧縮データのビットレートを更に低減することができる。

【0014】

また、本発明の画像符号化プログラムにおいては、上記符号化手段は、上記辞書記憶手段に記憶された上記複数の基底各々の上記パラメータを上記圧縮データに含めることを特徴としても良い。

【0015】

かかる発明によれば、圧縮データには上記の複数の基底各々を生成するためのパラメータが含まれるので、画像復号装置との間で上記の複数の基底を予め共通にしておくことなく、圧縮データの生成に用いた複数の基底と同じ複数の基底をかかるパラメータに基づいて上記の所定の二次元関数を既知の画像復号装置に記憶させることができる。

【0016】

また、本発明は別の面においては、上述した画像符号化装置または画像符号化プログラムによって動作するコンピュータによって圧縮符号化される圧縮データを復号して画像を生成する画像復号装置に関するものであり、所定の二次元パターンを生成する所定の二次元関数であって、該所定の二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づく複数の基底が格納される辞書記憶手段と、復号対象画像を復元するために用いられる上記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報が圧縮符号化されてなる圧縮符号とが含まれる圧縮データを復号する復号手段と、上記復号手段によって復号される上記基底情報に所定の逆変換規則を適用して上記復号対象画像を生成する逆変換手段とを備えることを特徴としている。

【0017】

また、本発明の画像復号方法は、所定の二次元パターンを生成すると共に該二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づき辞書記憶手段に格納される複数の基底へのインデックス情報のうち復号対象画像を所定の逆変換規則に基づいて復元するために用いられる上記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報が圧縮符号化されてなる圧縮符号とが含まれる圧縮データを復号する復号ステップと、逆変換手段が、上記復号手段によって復号される上記基底情報に所定の逆変換規則を適用して上記復号対象画像を生成する逆変換ステップとを備えることを特徴としている。

【0018】

これらの発明によれば、圧縮データに含まれる圧縮符号から復号される基底情報に、辞書記憶手段に記憶されている複数の基底を用いた所定の逆変換規則、すなわちMP法による変換処理の逆変換処理を適用することによって、復号対象画像を復元することができる。なお、辞書記憶手段には上記の圧縮データを生成するために画像符号化装置に備えられている複数の基底と同一のものを記憶してお

くことができる。

【0019】

また、本発明の画像復号プログラムは、コンピュータを、所定の二次元パターンを生成すると共に該二次元パターンを湾曲させるパラメータを含む所定の二次元関数に基づき辞書記憶手段に格納される複数の基底へのインデックス情報のうち復号対象画像を所定の逆変換規則に基づいて復元するために用いられる上記基底へのインデックス情報と、該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じる係数と、該係数を該インデックス情報によって特定される上記基底に乘じてなるパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含む基底情報が圧縮符号化されてなる圧縮符号とが含まれる圧縮データを復号する復号手段と、上記復号手段によって復号される上記基底情報に所定の逆変換規則を適用して上記復号対象画像を生成する逆変換手段と、として機能させることを特徴としている。

【0020】

かかる画像復号プログラムによれば、コンピュータを上述した、復号手段と逆変換手段と機能させることができるので、上述した画像符号化装置によって生成される圧縮データを用いて、復号対象画像を復元することができる。

【0021】

また、本発明の画像復号プログラムにおいては、上記所定の二次元関数は、更に上記所定の二次元パターンを移動、回転、及び二方向へ拡大縮小させるパラメータを含むことが好ましい。

【0022】

また、本発明の画像復号プログラムにおいては、上記復号手段は、上記圧縮データに含められる上記複数の基底各々を生成するためのパラメータに基づいて、上記辞書記憶手段に上記複数の基底を記憶させることを特徴としても良い。

【0023】

かかる発明によれば、圧縮データには画像符号化装置の辞書記憶手段に記憶されている複数の基底各々のパラメータが含まれるので、画像符号化装置の辞書記憶手段に記憶されている複数の基底と共に複数の基底を画像復号装置に予め記

憶させておかなくても、画像復号装置は上記の所定の二次元関数が既知であれば、この所定の二次元関数に上記のパラメータを適用することで、辞書記憶手段に記憶させるべき複数の基底を生成することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態にかかる動画像符号化装置1について説明する。動画像符号化装置1は、物理的にはC P U（中央演算装置）、メモリといった記憶装置、ハードディスクといった格納装置等を備えるコンピュータである。ここでの「コンピュータ」とは、パーソナルコンピュータ等の通常のコンピュータに加えて、移動通信端末といった情報携帯端末も含むものであり、本発明の思想は情報処理可能な機器に広く適用される。

【0025】

次に、動画像符号化装置1の機能的な構成について説明する。図1は動画像符号化装置1の機能的な構成を示すブロック図である。図1に示すように、動画像符号化装置1は、動き補償予測部（動き補償予測手段）2と、フレームメモリ4と、減算部（減算手段）6、変換部（変換手段、辞書記憶手段）8と、量子化部10と、符号化部（符号化手段）12と、逆量子化部14と、逆変換部16と、加算部18とを備えて構成される。以下、それぞれの構成要素について詳細に説明する。

【0026】

動き補償予測部2は、フレームメモリ4に格納されている参照フレームを用いて符号化対象フレームに対する動き補償を行い、かかる符号化対象フレームの予測画像を生成する。

【0027】

より具体的には、動き補償予測部2は符号化対象フレームを所定サイズのブロックに分割する。この所定サイズは、例えば16画素×16ラインのサイズとすることができる。動き補償予測部2は、かかる分割によって生成された複数のブロックの各々について、フレームメモリ4に格納されている参照フレームのうち所定の領域の予測参照領域に対するブロックマッチングを行い、各々のブロック

の参照フレームに対する動きベクトルを検出する。動き補償予測部2は、かかる動きベクトルを用いて参照フレームから符号化対象フレームの予測画像を生成する。なお、参照フレームから生成する予測参照領域の画像は、整数画素のみによって構成される画像に限らず、整数画素間を1／2位置、1／4位置を補間する補間画素を設けた画像としても良い。このように補間画素を設けることによって、動きベクトルを高解像度に検出することが可能とされる。

【0028】

減算部6は、動き補償予測部2によって生成される予測画像と符号化対象フレームとの差演算を実行し、予測画像と符号化対象フレームとの残差からなる予測残差画像を生成する。

【0029】

変換部8は、式(1)に示すMP法により予測残差画像を分解する。変換部8は、MP法を実行するために用いる基底セットを保持している。かかる基底セットは、所定の二次元関数に基づくものである。所定の二次元関数には、例えば、下式(2)に示す母関数に基づく二次元関数を用いることができる。

【数2】

$$(4x'^2 - 2)e^{-(x'^2 + y'^2)} \dots (2)$$

【0030】

また、所定の二次元関数は、上記の母関数によって生成される二次元パターンを種々に変形させるパラメータを含む。かかるパラメータとしては、式(2)によって生成される二次元パターンを移動させる移動パラメータ、回転させる回転パラメータ、X方向とY方向の二方向へ独立に拡大・縮小させるスケーリングパラメータ、及び上記の二次元パターンを湾曲させる湾曲パラメータを用いることができる。

【0031】

ここで、上記の二次元パターンを湾曲させるために、下式(3)による x' を式(2)に代入し、下式(3)のK及び α を湾曲パラメータとして用いることができる。

できる。例えば、 α として2を与えることにより、式(2)の母関数によって生成される二次元パターンを湾曲させてアーチ状の二次元パターンを得ることができる。また、Kに正または負の数値を与えることによってアーチ状の二次元パターンの向きを変えることができる。

【数3】

$$x' = x + Ky^\alpha \quad \dots(3)$$

【0032】

変換部8は、上記のパラメータを調整して得られる基底セットを用いて、上述した式(1)により、予測残差画像を、基底セットの中から選択される基底と基底に乘じる係数と、基底に係数を乗じたパターンを復元する位置を特定するための位置情報とを含むアトム情報(基底情報)の組に変換する。アトム情報に含まれる係数は、量子化部10によって量子化操作が施され、アトム情報には上記の係数に代えて量子化係数が含められる。

【0033】

符号化部12は、動き補償予測部2によって生成された動きベクトルをエントロピー符号化処理によって符号化して、圧縮符号を生成する。また、符号化部12は、量子化部10によってそれに含む係数が量子化係数とされたアトム情報を符号化して、圧縮符号を生成する。符号化部12は、これら圧縮符号を含む圧縮データを生成する。以下、アトム情報の符号化処理について詳述する。

【0034】

符号化部12は、まず、符号化対象フレームを分解して生成されたアトム情報に含まれる量子化係数のうち絶対値が最小の量子化係数を求め、これを符号化フレームにおける量子化係数の最小絶対値として記憶する。かかる最小絶対値は、各符号化対象フレームのフレームヘッダに含められることによって圧縮データに含められる。

【0035】

次いで、符号化部12は符号化対象フレームを複数のブロックに分割し、各々

のブロックにおいてアトム情報の符号化処理を行う。符号化対象フレームに対するアトム情報の符号化処理は、ブロックのサイズを変えて行われる。ブロックのサイズとしては、例えば、 4×4 、 8×8 、 16×16 の3種のサイズを用いることができ、この場合にはアトム情報の符号化処理は3回繰り返される。なお、ブロックのサイズ、及びブロックのサイズを変更する回数は上記の例に限定されるものではない。

【0036】

符号化部12は、符号化対象フレームを分割した複数のブロック各々において、そのブロック内に位置が含まれる位置情報を有するアトム情報の有無を示すアトムフラグを求める。また、そのブロックにアトム情報が含まれる場合には、アトム情報の数を求める。そして、アトムフラグ及びアトム数を算術符号化して上記の圧縮データに含める。この算術符号化処理については後述する。

【0037】

符号化部12は、次に、複数のブロック各々についてそのブロック内に含まれるアトム情報を、各々のアトム情報に含まれる量子化係数をその絶対値の降順に並び替える。そして、符号化部12は、各々のアトム情報に含まれる位置情報をブロックにおける相対的な位置情報へと変換したブロック内位置情報とし、かかるブロック内位置情報とインデックス情報を上記の並びの順に算術符号化して上記の圧縮データに含める。また、各々のアトム情報に含まれる量子化係数をその絶対値と上記の最小絶対値との差分値である差分量子化係数に変換して算術符号化する。また、各々の量子化係数の正負を示す正負符号を算術符号化し、上記の圧縮データに含める。ここで、各々のブロックにおいて差分量子化係数を上記の並びの順に算術符号化する処理では、「0」となる差分量子化係数が現れた時点で差分量子化係数の符号化は停止される。

【0038】

以下、上述した符号化部12によって行われるアトム情報の算術符号化処理について詳述する。まず、ブロックにおけるアトムの有無を示すアトムフラグは、図2に示すアトムフラグの符号化値と2進値との対応関係を用いて、2進値へと変換される。2進値とされたアトムフラグは、ブロックのサイズ毎に初期値が異

なる確率テーブルを用いて算術符号化される。この確率テーブルとしては、図3の確率テーブルを用いることができる。図3は、アトムフラグの算術符号化に用いられる確率テーブル初期値の一例を示すものであり、確率テーブルの初期値がブロックのサイズによって異なる。これは、ブロックのサイズが小さい程、各々のブロックがその中にアトム情報を有する確率が小さく、逆にブロックのサイズが大きい程、各々のブロックがその中にアトム情報を有する確率が大きくなるためである。周知のように算術符号化は確率テーブルを用いて符号を数直線上の区間に割り当てるものであるから、アトムフラグの符号化においては発生頻度の多い2進値に大きな区間が割り当てられるようするため、図3に示すようにブロックサイズに応じて異なる確率テーブルが用いられる。アトムフラグの算術符号化に用いられる確率テーブルは、発生頻度の大きい2進値に数直線上の区間が大きく割り当てられるように、過去のフレーム内の2進値の発生頻度に応じて更新される。なお、アトムフラグの算術符号化に用いる確率テーブルとしては、図4に示す確率テーブルも適用可能である。図4において、「FAN」はフレーム内のアトム数を示し、「FS」はフレームの画素数を示す。図4に示す確率テーブルを用いても、アトムフラグの算術符号化に関し、図3に示す確率テーブルによる効果と同様の効果が得られる。

【0039】

ブロック内に含まれるアトム数は、図5に示すアトム数の符号化値と2進値の対応関係を用いて2進値の列へ変換される。そして、アトム数に対応する2進値の列が、それぞれのBIN番号（BIN番号は、2進値のビット番号を示す。）毎に用意された確率テーブルに基づいて算術符号化される。図6は、アトム数を算術符号化する際に用いる確率テーブルの例を示す図であり、BIN番号0の確率テーブルの初期値の一例を示す。アトム数についても、ブロックのサイズによってBIN番号毎に2進値の発生頻度が異なるので、発生頻度の多い2進値が数直線上において大きな区間を割り当たられるように、確率テーブルの初期値が設定されている。かかる確率テーブルは、過去のフレーム内のBIN番号毎の2進値の発生頻度に応じて更新される。

【0040】

ブロック内位置情報は、横軸・縦軸それぞれにわけて2進値の列へ変更された後、算術符号化される。図7 (a) ~ (c) は、それぞれブロック内位置情報と2進値の対応関係の一例を示す図であり、それぞれブロックサイズ 4×4 、 8×8 、 16×16 の場合のブロック内位置情報と2進値の対応関係を示す。ブロック内位置情報は、ブロックサイズに応じた上記の対応関係を用いて2進値の列へと変換される。ブロック内位置情報が変換された2進値の列は、各々のBIN番号毎に算術符号化される。この算術符号化に用いる確率テーブルは「0」「1」とともに0.5の区間を数直線上に割り当てる確率テーブルを用いることができる。

【0041】

インデックス情報も同様に、図8に示すインデックス情報と2進値の対応関係の一例に示される規則にしたがって、2進値の列に変換される。インデックス情報が変換された2進値の列は、各々のBIN番号毎に算術符号化される。この算術符号化に用いる確率テーブルは「0」「1」とともに0.5の区間を数直線上に割り当てる確率テーブルを用いることができる。かかる確率テーブルは、過去のフレーム内のBIN番号毎の2進値の発生頻度に応じて更新される。

【0042】

量子化係数の正負符号は、図9に示す正負符号と2進値の対応関係の一例に示される規則にしたがって、2進値に変換される。正負符号が変換された2進値は、確率テーブルは「0」「1」とともに0.5の区間を数直線上に割り当てる確率テーブルを用いて算術符号化される。

【0043】

差分量子化係数については、図10に示す差分量子化係数と2進値の対応関係の一例に示される規則にしたがって、2進値の列に変換される。差分量子化係数が変換された2進値の列は、各々のBIN番号毎に算術符号化される。この算術符号化に用いる確率テーブルは2進値の「0」「1」とともに0.5の区間を数直線上に割り当てる確率テーブルを用いることができる。かかる確率テーブルは、過去のフレーム内のBIN番号毎の2進値の発生頻度に応じて更新される。

【0044】

図1に戻り、符号化部12は、以上のアトム情報の符号化処理をブロックサイズを変更して実行し、生成される圧縮符号のビットレートが最小の圧縮符号を採用して圧縮データに含め、かかる圧縮符号の生成に用いられたブロックサイズをフレームヘッダに含める。符号化対象フレームを分割するブロックサイズを小さくすれば、ブロック内位置情報の符号量は小さくできるがアトムフラグ及びアトム数の符号量は増える。逆にブロックサイズを大きくすればアトムフラグ及びアトム数の符号量は少なくできるが、ブロック内位置情報の符号量は増える。上述した符号化処理によれば、符号化対象フレーム毎に最適なブロックサイズを用いて求められた圧縮符号を用いることができる所以圧縮データのビットレートを低減することができる。

【0045】

逆量子化部14、逆変換部16、及び加算部18は、フレームメモリ4に参照フレームを格納するための処理を行う部分である。逆量子化部14は、アトム情報に含まれる量子化係数を逆量子化する。逆変換部16は、変換部8によって行われる変換処理の逆変換処理をアトム情報に対して行い、予測残差画像を復元する。加算部18は、参照フレームの予測画像と逆変換部16によって復元された予測残差画像を加算し、参照フレームを生成する。かかる参照フレームは、上述したようにフレームメモリ4に格納され、この参照フレームは動き補償予測部2によって符号化対象フレームの予測画像を生成する処理に用いられる。

【0046】

以下、動画像符号化装置1の動作について説明し、併せて実施形態にかかる動画像符号化方法について説明する。図11は、かかる動画像符号化方法のフローチャートである。図11に示すように、動画像符号化装置1においては、動き補償予測部2によって動き補償予測が行われる（ステップS01）。動き補償予測においては、符号化対象フレームが所定サイズのブロックに分割される。そして、各々のブロックについて動き補償予測部2によって参照フレームに対する動きベクトルが求められ、符号化対象フレームの予測画像が生成される。ここで、参照フレームには、先に符号化されたフレームを用いることができる。すなわち、先に符号化されたフレームに関し、逆量子化部14によって逆量子化され、逆変

換部16によって逆変換されることによって生成される予測残差画像と、そのフレームの予測画像とが加算部18によって加算されてフレームメモリ4に格納された画像が参照フレームとして用いられる。

【0047】

次に、減算部6によって、符号化対象フレームと予測画像の差演算が行われ、予測残差画像が生成される（ステップS02）。予測残差画像は、変換部8によって上述したMP法に基づく処理によってアトム情報に変換される（ステップS03）。次に、アトム情報に含まれる係数が量子化部10によって、量子化されて量子化係数へと変換される（ステップS04）。そして、上述の動きベクトルとアトム情報とが、符号化部12によって符号化される（ステップS05）。

【0048】

符号化部12は、符号化対象フレームにおけるアトム情報に含まれる係数のうち、絶対値が最小の係数を最小絶対値として抽出する。かかる最小絶対値はフレームヘッダに含められる。次に符号化部12は、符号化対象フレームを複数のブロックに分割する。

【0049】

符号化部12は、各々のブロックについて、図12のフローチャートに示すアトム情報の符号化処理を行う。まず、符号化部12は、そのブロックに位置が含まれるアトム情報の有無を示すアトムフラグを求め、かかるアトムフラグを上述したように算術符号化する（ステップS10）。次に、符号化部12は、ブロック内にアトム情報が含まれるか否か、すなわちアトムフラグが1であるか否かを判断し（ステップS11）、アトムフラグが1でない場合には、アトム情報がそのブロックには無いので、そのブロックに関するアトム情報の符号化処理を終了する。一方、符号化部は、アトムフラグが1である場合、すなわちそのブロック内にアトム情報が含まれる場合には、そのブロック内に含まれるアトム情報の数を上述したように算術符号化する（ステップS12）。

【0050】

そして、符号化部12は、ブロックに含まれるアトム情報を係数の絶対値の降順に並び替える。次いで、符号化部12は、アトム情報に含まれる位置情報をブ

ロック内における相対的な位置情報であるブロック内位置情報に変換し、ブロック内位置情報を算術符号化する（ステップS13）。

【0051】

次に、符号化部12は、アトム情報に含まれるインデックス情報を算術符号化する（ステップS14）。そして、符号化部12は、アトム情報に含まれる量子化係数の正負符号を算術符号化し、量子化係数をその絶対値と上記の最小絶対値との差分値である差分量子化係数に変換し、かかる差分量子化係数を算術符号化する（ステップS15）。符号化部12は、ブロック内の全てのアトム情報の符号化が終了しているか否かを判断し（ステップS16）、終了している場合にはそのブロックに関するアトム情報の符号化処理を終了し、一方、終了していない場合には、ステップS12～S16の処理を繰り返す。

【0052】

以上の処理は、符号化対象フレームを分割するブロックのサイズを変更して行われ、符号化された圧縮符号のうちビットレートが低い圧縮符号が採用されると共に、フレームヘッダに採用されたブロックのサイズが含められる。

【0053】

次に、実施形態にかかる動画像復号装置20について説明する。動画像復号装置20は、物理的にはC P U（中央演算装置）、メモリといった記憶装置、ハードディスクといった格納装置等を備えるコンピュータである。ここでの「コンピュータ」とは、パーソナルコンピュータ等の通常のコンピュータに加えて、移動端末といった情報携帯端末も含むものであり、本発明の思想は情報処理可能な機器に広く適用される。

【0054】

次に、動画像復号装置20の機能的な構成について説明する。図13は動画像復号装置20の機能的な構成を示すブロック図である。動画像復号装置20は、機能的には、復号部（復号手段）22と、逆量子化部24と、逆変換部（逆変換手段）26と、動き補償予測部（動き補償予測手段）28と、フレームメモリ30と、加算部（加算手段）32とを備えて構成される。

【0055】

復号部22は、動画像符号化装置1によって生成された圧縮データを復号する。復号部22は、動画像符号化装置1の符号化部12によって利用された確率テーブルの初期値と確率テーブルの更新の規則とを予め知っており、符号化部12によって符号化された圧縮データを復号することができる。また、復号部22は、圧縮データを復号することによって得られる差分量子化係数に、フレームヘッダに含められている最小絶対値を加算し、この値に正負符号を付加して量子化係数を復元する。また、復号部22は、フレームヘッダに含められているブロックのサイズを参照してブロック内位置情報を復号対象フレームにおける位置情報に変換する。以上の処理を行うことによって復号部22は、動きベクトルとアトム情報を復元する。また、かかるアトム情報に含まれている量子化係数は、逆量子化部24によって逆量子化が施されてなる係数に変換される。

【0056】

逆変換部26は、動画像符号化装置1によって上述のMP法に用いられたものと同じ基底セットを備えており、かかる基底セットを参照して上述のアトム情報から復号対象フレームの予測残差画像を生成する。すなわち、逆変換部26が行う逆変換処理は、アトム情報に含まれる位置情報、係数、及び基底へのインデックス情報を用いて行われるものであり、位置情報によって特定される位置に、インデックス情報によって特定される基底によって生成される二次元パターンにアトム情報に含まれる係数を乗じた二次元パターンを復元するものである。かかる逆変換処理によって、予測残差画像が生成される。

【0057】

動き補償予測部28は、復号部22によって復号された動きベクトルを用い、フレームメモリ30に格納されている参照フレームを参照し、復号対象フレームの予測画像を生成する。

【0058】

フレームメモリ30は、先に復号されたフレームが参照フレームとして格納される一時メモリであり、上述したように動き補償予測部28によって参照される参照フレームが格納される。

【0059】

加算部32は、動き補償予測部28によって生成される予測画像と、逆変換部26とによって生成される予測残差画像を加算することによって、復号対象フレームを生成する。

【0060】

以下、動画像復号装置20の動作について説明すると共に、実施形態にかかる動画像復号方法について説明する。図14は、かかる動画像復号方法を示すフローチャートである。動画像復号装置20においては、動画像符号化装置1によって生成された圧縮データが復号部22によって上述したように復号され、位置情報、量子化係数が復元されたアトム情報とされる（ステップS21）。復号部22によって復号されたアトム情報はこの段階で量子化係数を含んでおり、量子化係数は逆量子化部24によって逆量子化された係数へと変換される（ステップS22）。次いで、逆変換部26によって、動画像符号化装置1が上述したMP法に用いたものと同じ基底セットが参照され、上述のアトム情報から復号対象フレームの予測残差画像が生成される（ステップS23）。

【0061】

次に、復号部22によって復号された動きベクトルと、フレームメモリ30に格納された参照フレームを用いた動き補償予測が、動き補償予測部28によって実行され、復号対象フレームの予測画像が生成される（ステップS24）。そして、加算部32によって予測残差画像と予測画像が加算され復号対象フレームが生成される（ステップS25）。

【0062】

次に、コンピュータを上述した動画像符号化装置1として機能させるための動画像符号化プログラム100と、コンピュータを上述した動画像復号装置20として機能させるための動画像復号プログラム120について説明する。図15、図16はそれぞれ、動画像符号化プログラム100、動画像復号プログラム120の構成を示す図である。

【0063】

図15に示すように、動画像符号化プログラム100は、処理を統括するメインモジュール101と、動き補償測モジュール102と、減算モジュール104

と、変換モジュール106と、量子化モジュール108と、符号化モジュール110と、逆量子化モジュール112と、逆変換モジュール114と、加算モジュール116とを備える。動き補償測モジュール102、減算モジュール104、変換モジュール106、量子化モジュール108、符号化モジュール110、逆量子化モジュール112、逆変換モジュール114、加算モジュール116がコンピュータに行わせる機能はそれぞれ、上述した動き補償予測部2、減算部6、変換部8、量子化部10、符号化部12、逆量子化部14、逆変換部16、加算部18と同様である。

【0064】

また、図16に示すように、動画像符号化プログラム120は、処理を統括するメインモジュール121と、復号モジュール122と、逆量子化モジュール124と、逆変換モジュール126と、動き補償予測モジュール128と、加算モジュール130とを備える。復号モジュール122、逆量子化モジュール124、逆変換モジュール126、動き補償予測モジュール128、加算モジュール130がコンピュータに実現させる機能はそれぞれ、上述した復号部22、逆量子化部24、逆変換部26と、動き補償予測部28と、加算部32と同様である。

【0065】

以下、本実施形態にかかる動画像符号化装置1及び動画像復号装置20の作用及び効果を説明する。動画像符号化装置1では、変換部8が、式(1)及び(2)によって示される二次元関数による基底セットを用いて予測残差画像を分解する。上記の二次元関数に基づく基底には、式(1)による母関数によって生成される二次元パターンを湾曲させた二次元パターンを生成する基底が含まれる。したがって、変換部8は、かかる複数の基底を用いMP法に基づいて予測残差画像を少ない反復処理回数で分解することができる。その結果、予測残差画像を少ない数のアトム情報に分解することができるので、低いビットレートの圧縮データを生成することが可能となる。

【0066】

また、上記の二次元関数には、式(1)及び(2)によって生成されるパターンを移動、回転、及び二方向へ拡大縮小するパラメータを含めることができる。

かかる二次元関数による基底セットを用いることによって、予測残差画像をMP法によって分解するための反復処理回数を更に少なくすることができる。その結果、圧縮データのビットレートを更に低減することが可能となる。

【0067】

また、動画像復号装置20に上記の基底セットと共に基底セットを保持させることによって、動画像復号装置20においては、動画像符号化装置1によって生成される圧縮データから動画像を復元することが可能となる。ここで、動画像符号化装置1が用いる基底セットを動画像復号装置20に予め保持させておけば、動画像符号化装置1は圧縮データに予測残差画像を分解して生成されるインデックス情報を含めることによって、予測残差画像を復元するために用いる基底を動画像復号装置20に特定させることができる。

【0068】

なお、動画像符号化装置1は、基底セットに含まれる複数の基底各々の生成に用いられるパラメータを、圧縮データに含めることもできる。かかる場合には、動画像符号化装置1が用いる基底セットを動画像復号装置20に予め保持させておかなくても、動画像符号化装置1が用いる上記の二次元関数について動画像復号装置20に知識を与えておくことによって、動画像復号装置20は圧縮データに含まれるパラメータから動画像符号化装置1によって用いられる基底セットと同じ基底セットを生成することができる。

【0069】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されず種々の変形態様を構成することができる。例えば、変換部8によって用いられる所定の二次元関数は、上記実施形態の式(2)及び(3)に示される関数に限られるものではない。例えば、かかる所定の二次元関数の母関数としては、式(2)の母関数に代えて下式(4)を用いることができる。

【数4】

$$x'^2 \sin(x'^{\frac{5}{3}} + y'^{\frac{1}{2}}) \dots (4)$$

【0070】

また、式（4）によって生成される所定の二次元パターンを湾曲させるため、例えば下式（5）を用い、下式（5）のJ, K, β 、及び γ を湾曲パラメータとして用いることができる。

【数5】

$$x' = Jx^\beta + Ky^\gamma \quad \dots (5)$$

【0071】

また、上記の実施形態においては、動画像の符号化及び復号を例にとって本発明の思想を説明したが、本発明の思想は動画像の符号化及び復号に限定されるものではなく、静止画像を符号化対象画像とする符号化及び復号にも本発明の思想は適用され得る。

【0072】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、画像を低いビットレートの圧縮データに圧縮符号化する画像符号化装置、画像符号化方法、及び画像符号化プログラムが提供される。また、本発明によれば、かかる圧縮データを復号する画像復号装置、画像復号方法、及び画像復号プログラムが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、実施形態にかかる動画像符号化装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図2】

図2は、アトムフラグの符号化値と2進値との対応関係の一例を示す図である。

【図3】

図3は、アトムフラグの算術符号化に用いられる確率テーブル初期値の例を示す図である。

【図4】

図4は、アトムフラグの算術符号化に用いられる確率テーブル初期値の他の例

を示す図である。

【図5】

図5は、アトム数の符号化値と2進値の対応関係の一例を示す図である。

【図6】

図6は、アトム数の算術符号化するための確率テーブル初期値の例を示す図であり、アトム数に対応する2進値のBIN番号0の算術符号化に用いる確率テーブル初期値の例を示す。

【図7】

図7 (a) は、ブロックサイズ 4×4 の場合の、ブロック内位置情報と2進値の対応関係の一例を示す図である。

図7 (b) は、ブロックサイズ 8×8 の場合の、ブロック内位置情報と2進値の対応関係の一例を示す図である。

図7 (c) は、ブロックサイズ 16×16 の場合の、ブロック内位置情報と2進値の対応関係の一例を示す図である。

【図8】

図8は、インデックス情報と2進値の対応関係の一例を示す図である。

【図9】

図9は、正負符号と2進値の対応関係の一例を示す図である。

【図10】

図10は、差分量子化係数と2進値の対応関係の一例を示す図である。

【図11】

図11は、実施形態にかかる動画像符号化方法のフローチャートを示す。

【図12】

図12は、実施形態にかかる動画像符号化方法のフローチャートであり、かかる動画像符号化方法におけるブロック内のアトム情報の符号化処理を示す。

【図13】

図13は、実施形態にかかる動画像復号装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図14】

図14は、実施形態にかかる動画像復号方法のフローチャートである。

【図15】

図15は、実施形態にかかる動画像符号化プログラムの構成を示す図である。

【図16】

図16は、実施形態にかかる動画像復号プログラムの構成を示す図である。

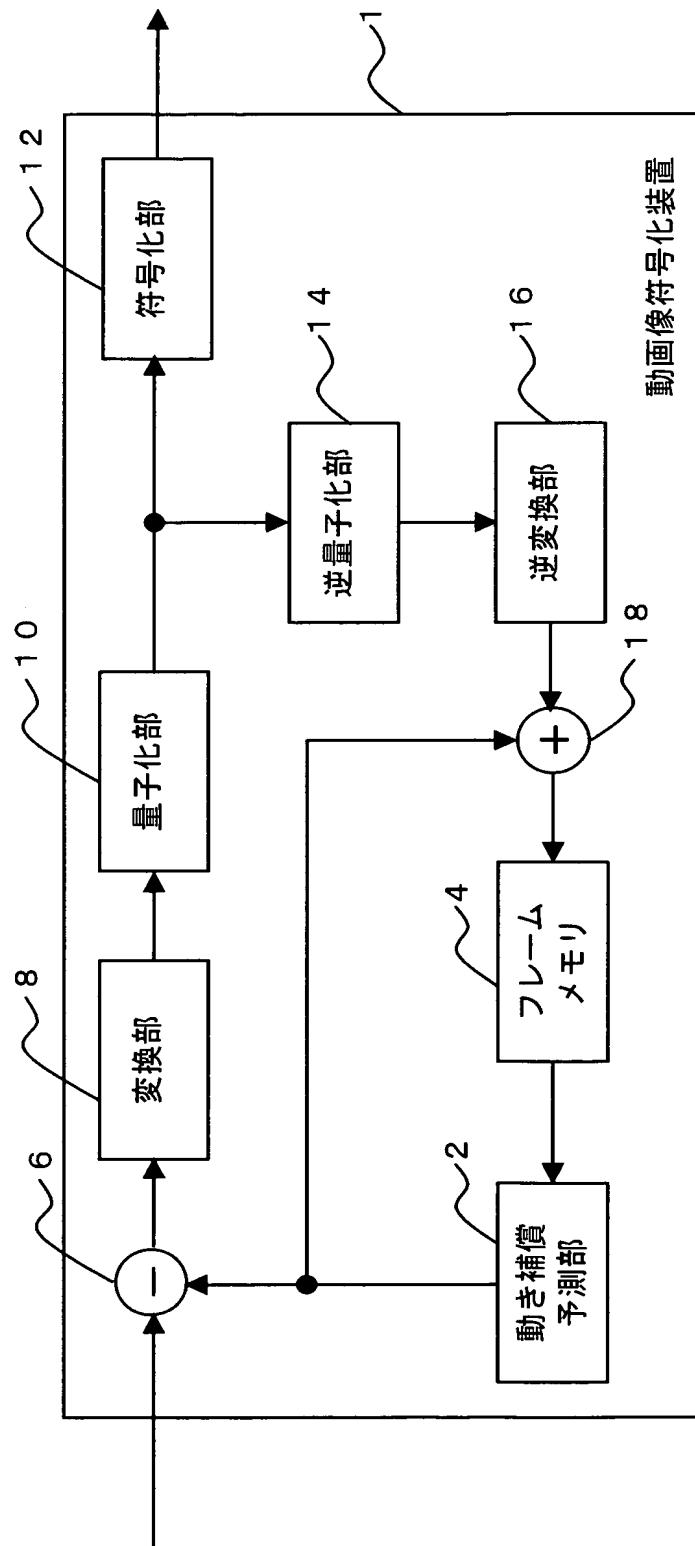
【符号の説明】

1…動画像符号化装置、2…動き補償予測部、4…フレームメモリ、6…減算部、8…変換部、10…量子化部、12…符号化部、14…逆量子化部、16…逆変換部、18…加算部、20…動画像復号装置、22…復号部、24…逆量子化部、26…逆変換部、28…動き補償予測部、30…フレームメモリ、32…加算部。

【書類名】

四面

【図1】



【図2】

アトムフラグ	符号化値	2進値
アトムなし	0	0
アトムあり	1	1
BIN番号		0

【図3】

		ブロックサイズ		
		4×4	8×8	16×16
2進値	0	0.95	0.7	0.5
	1	0.05	0.3	0.5

【図4】

		ブロックサイズ		
		4×4	8×8	16×16
2進値	0	1-16×FAN/FS	1-64×FAN/FS	1-256×FAN/FS
	1	16×FAN/FS	64×FAN/FS	256×FAN/FS

【図5】

アトム数	符号化値	2進値							
1	0	0							
2	1	1	0						
3	2	1	1	0					
4	3	1	1	1	0				
5	4	1	1	1	1	0			
6	5	1	1	1	1	1	0		
7	6	1	1	1	1	1	1	0	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
BIN番号		0	1	2	3	4	5	6	⋮

【図6】

		ブロックサイズ		
		4×4	8×8	16×16
2進値	0	0.95	0.7	0.5
	1	0.05	0.3	0.5

【図7】

(a)

位置	符号化値	2進値		
0	0	0	0	
1	1	0	1	
2	2	1	0	
3	3	1	1	
BIN番号		0	1	

(b)

位置	符号化値	2進値		
0	0	0	0	0
1	1	0	0	1
2	2	0	1	0
3	3	0	1	1
4	4	1	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
BIN番号		0	1	2

(c)

位置	符号化値	2進値			
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1
2	2	0	0	1	0
3	3	0	0	1	1
4	4	0	1	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
BIN番号		0	1	2	3

【図8】

アトムインデックス	符号化値	2進値							
0	0	0							
1	1	1	0	0					
2	2	1	0	1					
3	3	1	1	0	0	0			
4	4	1	1	0	0	1			
·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
BIN番号		0	1	2	3	4	···	···	···

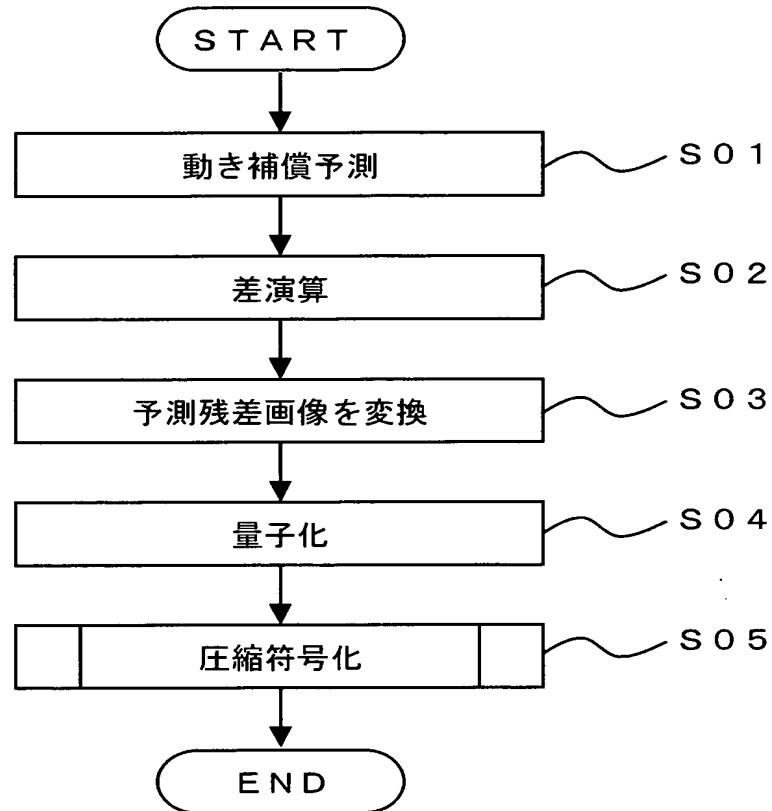
【図9】

アトム係数正負符号	符号化値	2進値
正の数	0	0
負の数	1	1
BIN番号		0

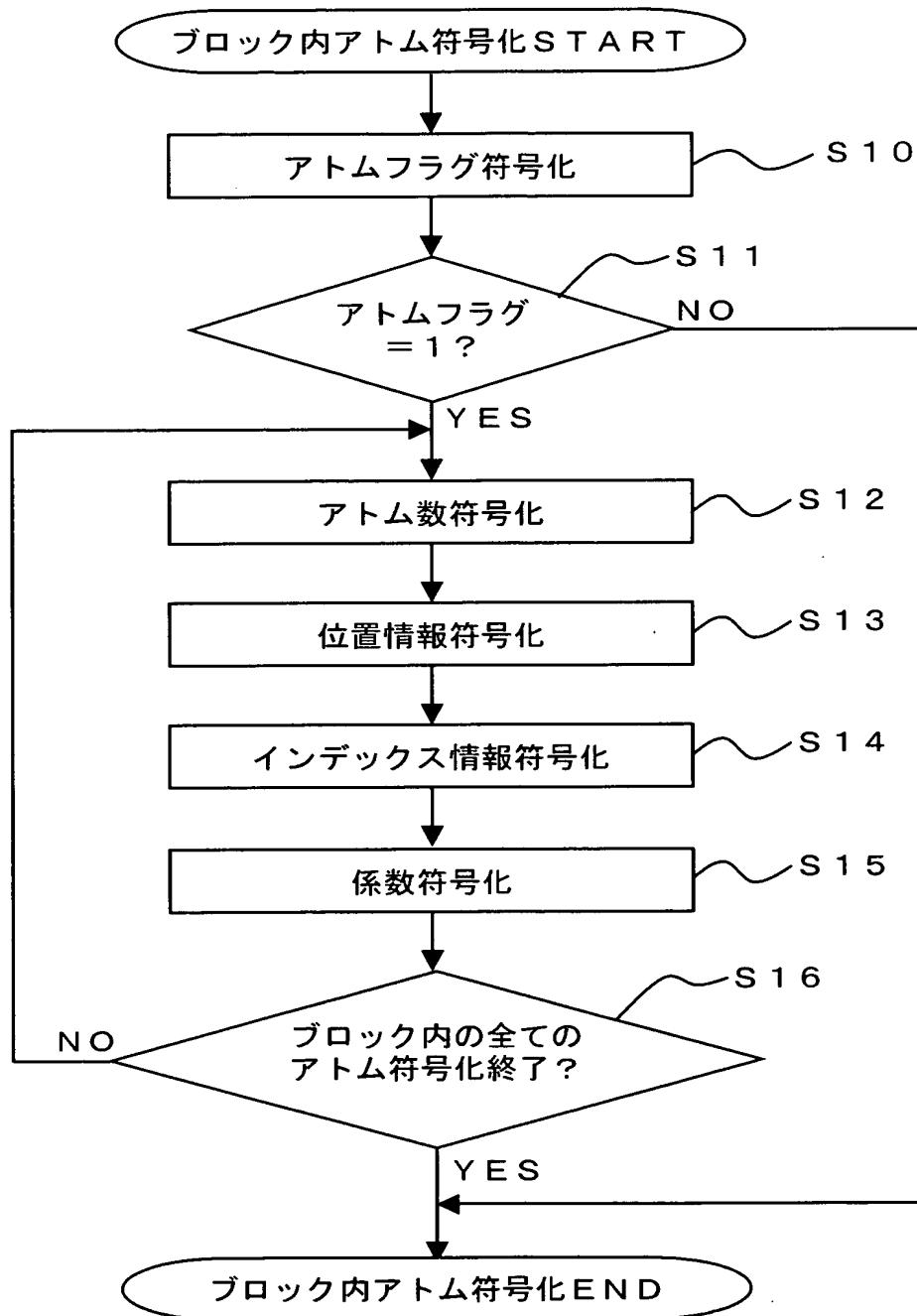
【図10】

アトム係数差分値	符号化値	2進値						
0	0	0						
1	1	1	0					
2	2	1	1	0				
3	3	1	1	1	0			
4	4	1	1	1	1	0		
·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·
BIN番号	0	1	2	3	4	5	6	···

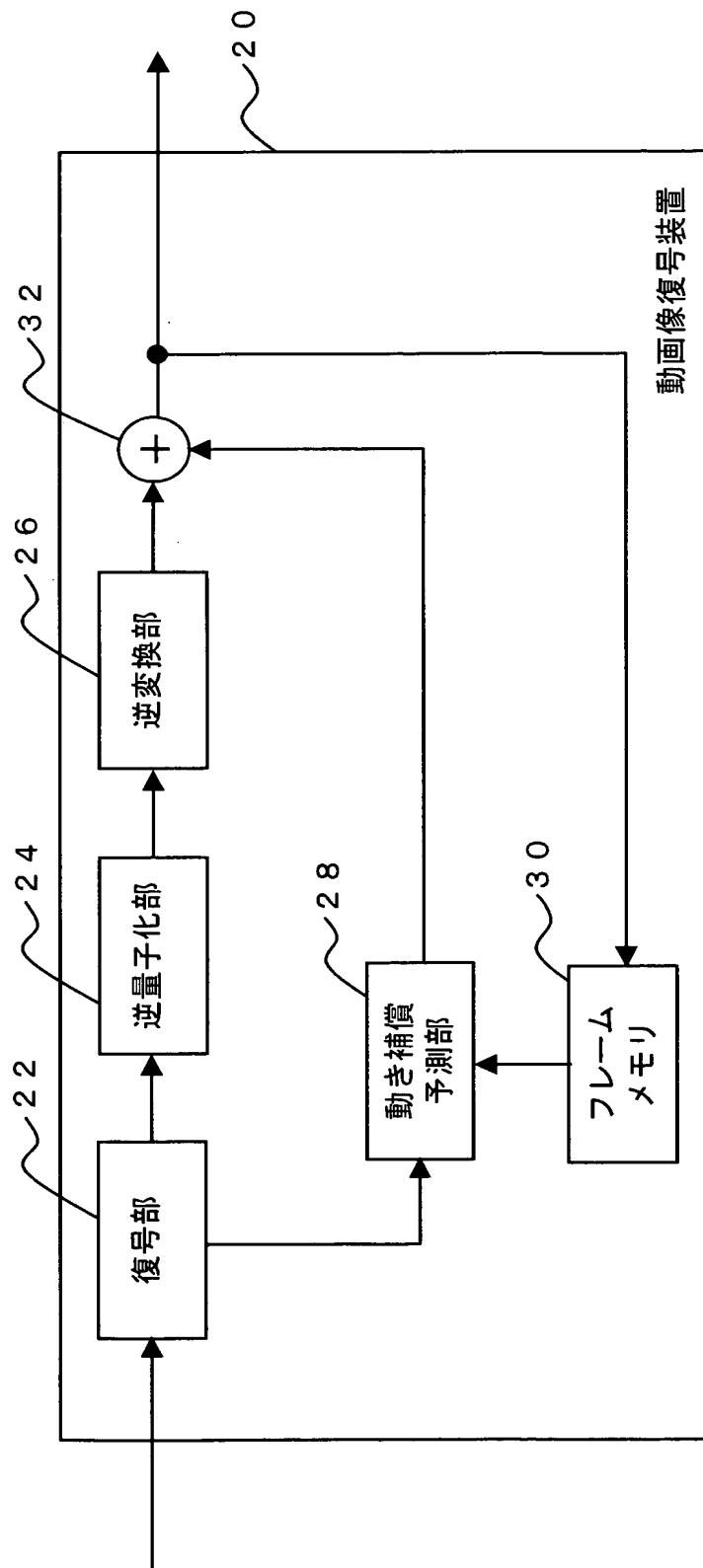
【図11】



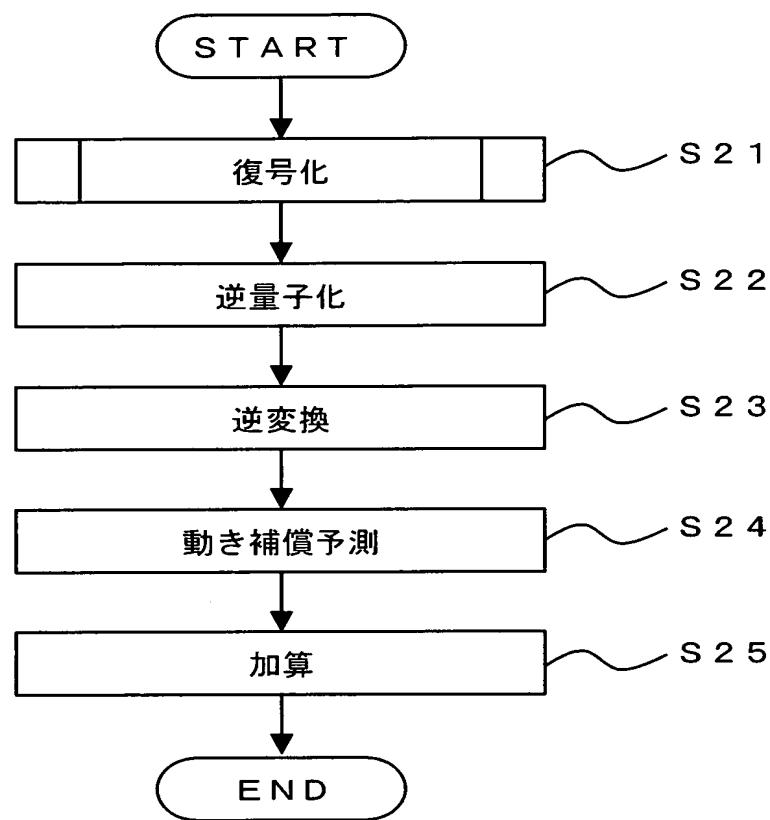
【図12】



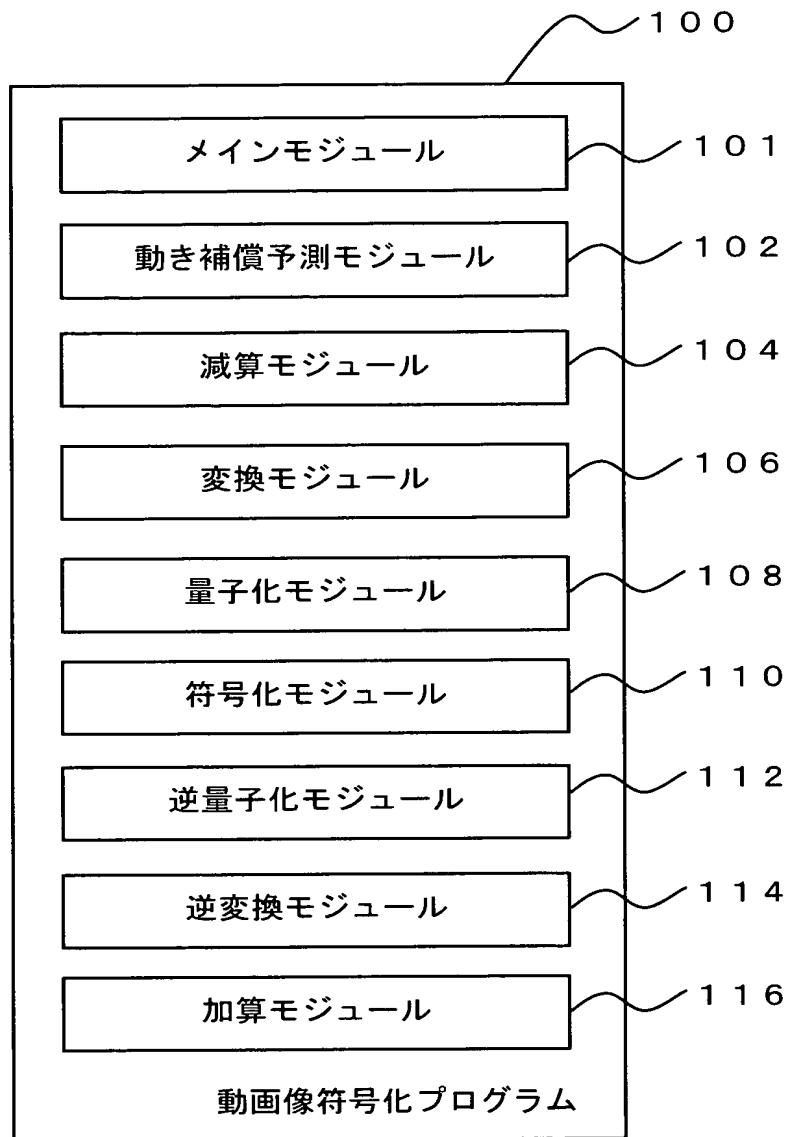
【図13】



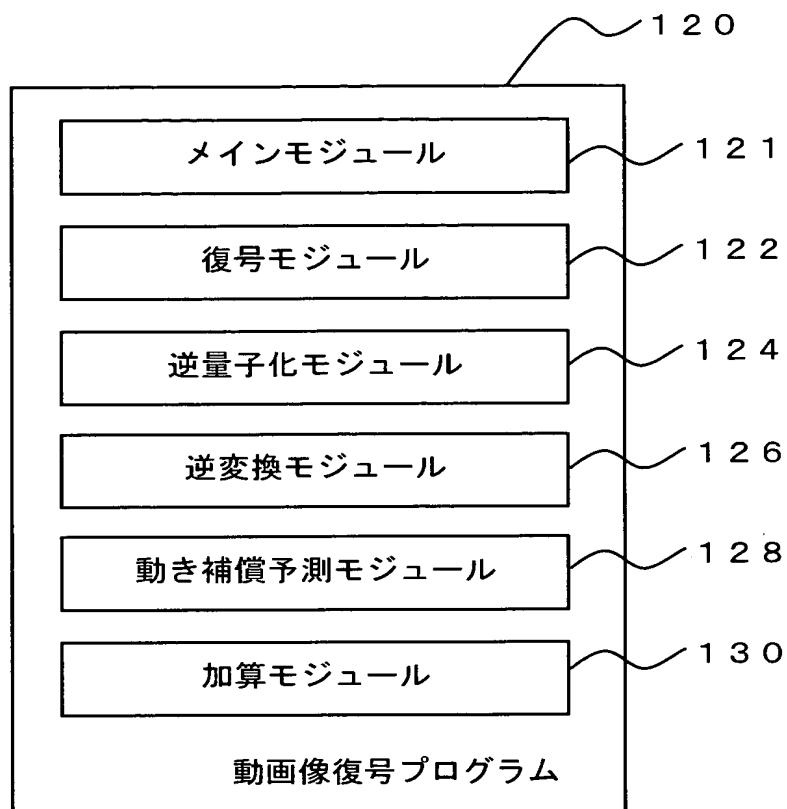
【図14】



【図15】



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像を低いビットレートの圧縮データに圧縮符号化する画像符号化装置を提供する。

【解決手段】 動画像符号化装置1では、動き補償予測部2によって生成される予測画像と符号化対象フレームとの差演算による予測残差画像を、変換部8がMatching Pursuits法(MP法)によって分解する。変換部8は所定の二次元パターンを生成する母関数に、かかる二次元パターンを湾曲させるためのパラメータを与えた二次元関数に基づく基底セットを用いて、予測残差画像を分解する。かかる構成によれば、MP法に基づいて予測残差画像を少ない反復処理回数で分解することが可能となる。その結果、予測残差画像を少ない数のアトム情報に分解することができるので、低いビットレートの動画像の圧縮データを生成することが可能となる。

【選択図】 図1

特願 2003-087659

出願人履歴情報

識別番号 [392026693]

1. 変更年月日 2000年 5月19日

[変更理由] 名称変更

住所変更

東京都千代田区永田町二丁目11番1号

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

住所
氏名